

di D.Marocchi
Paolo Grosso

*Dipartimento di Fisica,
Università di Torino*

Alla scoperta dell'energia

ABSTRACT

Il progetto, in collaborazione fra i docenti del Liceo Cocito di Alba e il Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino, ha coinvolto circa 100 studenti di IV liceo scientifico. Si è trattato di un cammino alla scoperta della grandezza energia e delle sue trasformazioni attraverso attività varie di discussione, di azione pratica, di esecuzione di un vero e proprio esperimento di laboratorio. Il calcolo del rendimento che caratterizzava questa trasformazione ha permesso agli studenti di scoprire la diversificazione delle diverse forme di energia utilizzate e da qui di riflettere in modo più diretto sull'esistenza di diverse fonti energetiche e sul loro utilizzo.

INTRODUZIONE

Molto spesso lo studio della Fisica nella scuola superiore si trasforma nello studio delle formule della fisica, presentate avulse dal processo storico in cui si sono sviluppate e dalle loro implicazioni nella vita quotidiana. Risulta pertanto difficile che la lezione si trasformi in una comunicazione della fisica e la presentazione dei diversi argomenti si tramuti per lo studente in una scoperta ed in una conoscenza più profonda e vitale del mondo e delle sue regole. Scopo dell'esperienza sviluppata presso il Liceo Cocito di Alba e realizzata con un centinaio di studenti di IV superiore è stato quello di presentare un argomento importante e complesso come l'energia e la sua trasformazione partendo da un percorso sperimentale, costruito attraverso passi successivi in cui gli studenti stessi erano guidati a scoprire il significato degli argomenti affrontati ed i loro collegamenti. Obiettivo dell'operazione era verificare come anche l'insegnamento in ambito scolastico possa trasformarsi in un momento di scoperta della fisica, comunicata in modo attivo e partecipato e collegata a situazioni di vita concreta.

La scelta dell'argomento 'energia e sua trasformazione' è stata fatta principalmente perché diverse ricerche in ambito didattico hanno evidenziato come questo concetto non sia di facile comprensione e come spesso venga associato a formule imparate scollegandole però dai significati concreti ed applicativi. Il concetto di energia viene spesso avvicinato dagli studenti con apparente sicurezza: dopotutto si ha a che fare con un termine non nuovo, ma il suo significato fisico non ricalca esattamente il significato

“popolare”, collegato alla vita, al movimento e alla capacità di produrre azioni ed effetti e, di conseguenza, a consumarsi. L'idea che l'energia si possa trasformare e conservare è spesso visto come un principio che si trova scritto sui libri di fisica e che va preso come tale senza capirne a fondo il significato. In effetti, se tutto sommato è facile definire alcuni tipi di energia, come quella cinetica o l'energia potenziale associata a una data forza conservativa, è estremamente difficile definire precisamente che cosa sia l'energia in generale.

IL PROGETTO

Inizialmente si è cercato di capire quali idee di energia avessero gli studenti per poter poi verificare quante ‘scoperte’ sarebbero state fatte nel corso dell'esperienza. Circa il 40% dei ragazzi alla domanda ‘cos'è l'energia’ ha scritto, seguendo la classica definizione dei libri di testo, che l'energia è la capacità di un corpo a svolgere lavoro, anche se spesso volte non risulta ben chiaro chi o che cosa svolga questo lavoro, specialmente quando si parla di forme di energia quali energia nucleare o l'energia chimica.

L'energia è anche vista come tutto ciò che produce movimento, che permette lo spostamento di corpi e di compiere delle azioni o, più in generale, tutto ciò che provoca un mutamento sui corpi o sull'ambiente e che provoca effetti su di essi.

Alcuni studenti pensano all'energia come ad un qualcosa “nascosto” all'interno della materia ed affermano che essa è una sua caratteristica intrinseca: ogni corpo quindi al suo interno contiene una certa proprietà, non ben definita, che chiamiamo energia che può trasferirsi da un corpo ad un altro. Da questi punti di partenza è iniziata l'attività specifica che aveva, come scopi principali:

- Portare gli studenti ad una maggiore comprensione e corretto utilizzo dei concetti fisici di energia, potenza e rendimento;
- Mostrare come esistano altre forme di energia oltre a quelle che solitamente si studiano durante le lezioni di fisica a scuola;
- Scoprire l'applicazione di questi concetti a un tema di grande attualità come quello delle energie rinnovabili, fornendo così agli studenti alcuni strumenti utili per poter valutare in modo più oggettivo tutto ciò che si sente dire attorno a questo argomento.

Lo studio della fisica in questo modo veniva scoperto anche come uno strumento utile per orientarsi in problematiche sociali ed economiche di rilievo.

Uno dei problemi di base era come conciliare questo progetto con il programma scolastico ministeriale, che per le classi quarte di un liceo scientifico è maggiormente concentrato su argomenti di Termologia. La soluzione è stato l'utilizzo di un motore di Stirling. Da un lato infatti questo strumento permette di introdurre concetti curriculari quali cicli e trasformazioni termodinamiche e tutto ciò che riguarda le macchine termiche; dall'altro è possibile utilizzare questo motore a combustione esterna con diverse fonti di energia come per esempio vari combustibili oppure l'energia solare, permettendo quindi di portare a confronto l'effetto della trasformazione di queste tipologie diverse di energia. Inoltre il motore mostra un tipico esempio di trasformazione energetica, da energia termica a energia meccanica, a cui ovviamente è legato il

concetto di efficienza di trasformazione. Infatti un punto ‘delicato’ è stato proprio quello della produzione/trasformazione dell’energia: anche se la legge di conservazione dell’energia meccanica è una delle più usate nei problemi di fisica proposti a scuola ed è quindi, di per sé, conosciuta, il modo comune di parlare tende a far passare il concetto di produzione al posto di quello di trasformazione.

Nella fase preliminare si è cercato, con semplici domande, di verificare la comprensione pratica di grandezze come Watt e Joule, verificando come essi risultassero piuttosto vaghi.

Il progetto ha quindi previsto una specie di “prova fisica” finalizzata a far scoprire e rendere più concreto il concetto di lavoro e potenza e di quantificare meglio le grandezze che si usano per definirli. Ogni studente aveva il compito di portare su per le scale fino al primo piano due taniche di acqua da 5 Kg ciascuna. Misurando il dislivello totale (circa 5 metri) e il tempo impiegato per svolgere questo esercizio, è stato possibile misurare la potenza sviluppata da ogni studente.

È stato poi chiesto loro di paragonare le potenze sviluppate da loro con quelle di uso comune come per esempio quella di un asciugacapelli, di un forno elettrico oppure di un ferro da stiro.

Questo ha quindi permesso di scoprire in modo diretto l’entità di grandezze utilizzate comunemente.

Inoltre le potenze che fisicamente un uomo può realizzare sono state confrontate con quella sviluppata dal motore di Stirling: si è chiesto ad esempio di calcolare la quantità di alcool necessaria al motore per compiere lo stesso lavoro svolto dai ragazzi. Ciò ha permesso loro di scoprire che sono necessarie modeste quantità di alcool (qualche decina di grammi) per ottenere un lavoro pari a quello necessario per alzare una massa di 10 Kg ad un’altezza di 5 metri: hanno così realizzato che combustibili come la benzina, l’alcool, il carbone hanno un grande potere calorifico, essendone necessarie piccole dosi per svolgere attività che per un uomo potrebbero risultare abbastanza gravose e faticose. I ragazzi, stimolati e incuriositi da queste scoperte, hanno confrontato di loro spontanea iniziativa la potenza da loro sviluppata con altre di uso comune: alcuni di loro hanno ad esempio calcolato quanti studenti sarebbero stati necessari per sviluppare una potenza pari a quella di un motore di automobile.

Poter visualizzare e confrontare le quantità studiate sul libro con qualcosa di ‘reale’ ha suscitato interesse e sviluppato il desiderio di scoprire ancora altri collegamenti: molti studenti hanno voluto associare il concetto fisico di potenza con quello umano di fatica notando una correlazione tra potenza sviluppata e fatica spesa nel portare le taniche d’acqua. Nell’insieme questa è stata l’esperienza che maggiormente ha interessato gli studenti in quanto, grazie ad un riscontro pratico e a paragoni con esperienze della vita di tutti i giorni, è riuscita a rendere concreta l’idea di grandezze fisiche studiate.

Altro momento di interesse, in cui gli studenti hanno potuto cimentarsi liberamente discutendo in gruppo per arrivare alla soluzione, almeno concettuale, del problema, è stata la proposta di un quesito che richiedeva l’utilizzo del concetto di efficienza nella trasformazione di una forma di energia in un’altra. Di norma questo tipo di problematica non è affrontata nei problemi proposti a scuola, dove la trasformazione

dell'energia è supposta avvenire di norma in modo completo. Non è quindi stato immediato per gli studenti arrivare ad intuire la problematica nascosta nel quesito:

“Gino deve andare con la sua macchina da Torino a Milano (distanza 100 Km) e vuole calcolare quanti litri di carburante dovrà mettere nel serbatoio. Ipotizzando che il motore della sua automobile lungo il viaggio metta a disposizione una forza costante di 80 N e che il carburante sviluppi un'energia di 4×10^5 Joule/litro, egli calcola che gli saranno sufficienti 20 litri di combustibile per compiere l'intero tragitto. Gino parte per il suo viaggio, ma dopo 30 Km la macchina si ferma poiché nel serbatoio non c'è più carburante. Cos'è successo? Perché Gino è rimasto a piedi? Quale elemento Gino ha trascurato nei suoi conti? Individua il parametro di cui Gino non ha tenuto conto e valuta effettivamente quanti litri di carburante doveva inserire nel serbatoio per compiere l'intero viaggio.”

Anche questa parte del progetto ha permesso agli studenti di confrontarsi con problematiche reali e di comprendere come l'applicazione delle leggi fisiche alla realtà deve avvenire tenendo conto di parametri più complicati di quanto avessero previsto in partenza: si è trattato anche qui di una scoperta a cui sono arrivati attraverso la discussione ed il confronto e che ha fatto sì che il concetto si consolidasse in modo più profondo.

Parte essenziale del progetto è stata l'esperienza di laboratorio vera e propria. Definita l'efficienza del motore, restava il problema di come calcolare il lavoro svolto e il calore assorbito.

Si è collegato un oscilloscopio al motore e attraverso due sensori che misuravano ad ogni istante i valori di pressione e volume, si è visualizzato sullo schermo il ciclo termodinamico. Attraverso un foglio di carta trasparente gli studenti hanno ricopiato la figura, che successivamente è stata riportata su un foglio di carta millimetrata in modo da poter calcolare l'area racchiusa all'interno del ciclo. Essa è risultata espressa in cm^2 , mentre sull'oscilloscopio le misure di pressione e volume erano espresse attraverso le divisioni: con un po' di lavoro e di discussioni gli studenti hanno dovuto scoprire, attraverso l'area disegnata sul foglio di carta millimetrata, la quantità di lavoro fatto dal motore. Per quanto riguarda il calcolo del calore assorbito sono stati necessari alcuni passi: riempito il becher con una quantità nota di acqua distillata M, si è rilevata la temperatura iniziale e, dopo una decina di minuti, la temperatura finale. La quantità di alcool consumata è stata ottenuta facendo la differenza tra il peso iniziale e finale del bruciatore nei 15 minuti di funzionamento del motore. Applicando le formule della calorimetria hanno calcolato, attraverso i dati sperimentali raccolti, il potere calorifico dell'alcool e la quantità di calore fornita. Infine si è arrivati al calcolo del rendimento del motore.

CONCLUSIONE.

Cosa si può concludere al termine di questa esperienza? Gli studenti si sono sentiti coinvolti nella scoperta di una relazione che non era più solo una formula sul libro, ma aveva assunto concretezza. Le unità di misura sono diventate più reali, potendo confrontare l'esperienza personale di lavoro e potenza sviluppata con le indicazioni fornite dai co-

struttori delle apparecchiature che ogni giorno usiamo. Il principio di conservazione dell'energia, la trasformazione da una forma di energia all'altra, le 'perdite' che riducono il rendimento teorico, ... sono diventate esperienza concreta. Si è concretizzata anche la 'fatica' dell'azione di laboratorio, con le necessarie regole da seguire, con le ripetizioni delle misure, con la necessità di annotare accuratamente e raccogliere quanto fatto in una relazione conclusiva. Anche questo ha fatto parte della scoperta di una fisica reale, concreta, impegnativa ma anche affascinante e legata alla realtà.

Bibliografia

- Besson, U., e De Ambrosis, A. "Giornale di Fisica [vol. LII, N.3]: L'effetto serra e l'insegnamento di concetti e fenomeni fisici legati all'energia". Luglio-Settembre 2011
- Gallitto, A., e Fiordilino, E. "Giornale di Fisica [vol. LII, N.4]: Piano nazionale lauree scientifiche - Fisica: un percorso di laboratorio sulle tematiche energetiche". Luglio-Settembre 2011
- Mayer, M. "Insegnare l'energia come e perché". Enciclopedia italiana Treccani. 2008